

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0-80071

Vannforurensninger fra nedlagte gruver i Orklas nedbørfelt

DRAGSET VERK  
UNDAL VERK  
KVIKNE KOBBERVERK

Oslo, 4. mai 1982

Saksbehandler: Eigil Iversen  
Medarbeidere : Torulv Tjomsland  
Rolf Tore Arnesen  
For admini- J.E. Samdal  
strasjonen : Lars N. Overrein

NIVAs hustrykkeri

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80071
Undernummer:
Løpenummer: 1369
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Vannforurensninger fra nedlagte gruver i Orklavassdraget Dragset Verk - Undal Verk - Kvikne Kobberverk	Dato: 5. 5. 1982
Forfatter(e): Eigil Iversen	Prosjektnummer: 0-80071
	Faggruppe:
	Geografisk område: Sør-Trøndelag Hedmark
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Industridepartementet	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Rapporten gir en oversikt over forurensningstilførsler fra 3 nedlagte gruveområder i Orklavassdraget. Det er foretatt kjemisk analyse av og målt vannmengder fra de viktigste forurensningskilder. Forurensningenes betydning for vassdraget er vurdert og det er foreslått mulige tiltak for å begrense forurensningstilførslene.

4 emneord, norske:
1. Kisgruver
2. Tungmetaller
3. Orkla
4. Kvikne
Tiltak

4 emneord, engelske:
1. Pyrite mining
2. Heavy metals
3. Measures
4. Orkla river

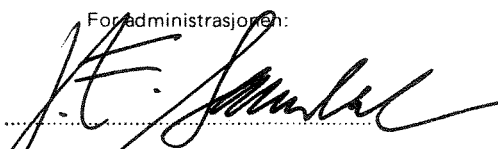

Prosjektleder:



Divisjonssjef:



For administrasjonen:

ISBN 82-577-0481-4

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Brekke 23 52 80  
Gautadalleen 46 69 60  
Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80071
Undernummer:
Løpenummer: 1369
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Vannforurensninger fra nedlagte gruver i Orklas nedbørfelt Dragset Verk - Undal Verk - Kvikne Kobberverk	Dato: 5. 5. 1982
	Prosjektnummer: 0-80071
Forfatter(e):  Eigil Iversen	Faggruppe:
	Geografisk område: Sør-Trøndelag Hedmark
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Industridepartementet	Oppdrags. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	---------------------------------

Ekstrakt:

Rapporten gir en oversikt over forurensningstilførsler fra 3 nedlagte gruveområder i Orklavassdraget. Det er foretatt kjemisk analyse av og målt vannmengder fra de viktigste forurensningskilder. Forurensningenes betydning for vassdraget er vurdert og det er foreslått mulige tiltak for å begrense forurensningstilførslene.

4 emneord, norske:
1. Kisgruver
2. Tungmetaller
3. Orkla
4. Kvikne
Tiltak

4 emneord, engelske:
1. Pyrite mining
2. Heavy metals
3. Measures
4. Orkla river

Prosjektleder:

*Eigil Iversen*

Divisjonssjef:

*Rolf S. Arnesen*

For administrasjonen:

*J. E. Sundel*

ISBN 82-577-0481-4

*Geor Curran*

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	5
2. PROBLEMSTILLINGER OM VANNFORURENSNINGER FRA KISGRUVER	5
2.1 Årsaker	5
2.2 Tiltak mot forurensninger	6
3. KJEMISK-FYSISKE UNDERSØKELSER VED DRAGSET VERK	8
3.1 Generell beskrivelse	8
3.2 Undersøkellesopplegg	8
3.3 Måleresultater	10
3.4 Konsekvenser for vassdraget	11
3.5 Tiltak	12
4. KJEMISK-FYSISKE UNDERSØKELSER VED UNDAL VERK	13
4.1 Generell beskrivelse	13
4.2 Undersøkellesopplegg	13
4.3 Måleresultater	13
4.4 Diskusjon - Tiltak	15
5. KJEMISK-FYSISKE UNDERSØKELSER VED KVIKNE KOBBERVERK	16
5.1 Generell beskrivelse	16
5.2 Undersøkellesopplegg	16
5.3 Måleresultater	16
5.4 Konsekvenser for vassdraget	18
5.5 Tiltak	19
6. SAMLET VURDERING	20
7. KONKLUSJON	22
8. LITTERATUR	23
9. VEDLEGG	24

TABELLER

	Side
Tabell 1 Gjennomsnittlig årlig massetransport fra Dragset Verk	11
Tabell 2 Gjennomsnittlig årlig materialtransport i Skauma	15
Tabell 3 Gjennomsnittlig årlig materialtransport fra Kvikne Kobberverk	18
Tabell 4 Gjennomsnittlig materialtransport fra nedlagte gruveområder	21
Tabell 5 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR1 Bekk fra tjern	25
Tabell 6 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR2 Sig fra velter	26
Tabell 7 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR3 Gruvevannsbekk, nedre del	27
Tabell 8 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR4 Gruvevann	28
Tabell 9 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR5 Gruvevannsbekk før tilløp av gruvevann	29
Tabell 10 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR6 Sig fra velter	30
Tabell 11 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR8 Utløp nedre gruvedam	30
Tabell 12 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR7 Overløp øvre gruvedam	31
Tabell 13 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR9 Maliseterbekken, innløp Malisetertjern	31
Tabell 14 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon DR10 Utløp Malisetertjern	32
Tabell 15 Momentane materialtransportverdier. Stasjon DR1 Bekk fra tjern	33
Tabell 16 Momentane materialtransportverdier. Stasjon DR2 Sig fra velter	34
Tabell 17 Momentane materialtransportverdier. Stasjon DR3 Gruvevanns- bekk, nedre del	35

TABELLER

	Side
Tabell 18 Momentane materialtransportverdier. Stasjon DR4 Gruvevann	36
Tabell 19 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon Skauma nedstrøms Undal Verk	37
Tabell 20 Kjemiske analysedata. Stasjon Skauma middelveidier 21/9-77 - 8/9-78	37
Tabell 21 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon KV1 Gruvebekken nedenfor velter	38
Tabell 22 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon KV2 Berstjernbekk nedenfor velter	39
Tabell 23 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon KV3 Gruvebekk før samløp Storbekken	40
Tabell 24 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon KV4 Gruvebekken ved veibru	41
Tabell 25 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon KV5 Storbekken nedenfor nedre velter	41
Tabell 26 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon KV6 Storbekken før tilsig fra nedre velter	42
Tabell 27 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon KV7 Berstjernsbekken ved utløp av stoll	42
Tabell 28 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon KV8 Berstjernsbekk før tilløp av gruvevann	43
Tabell 29 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon KV9 Berstjernsbekk ved bru ved gruvetun	44
Tabell 30 Kjemisk/fysiske analysedata. Stasjon 6 YA	45
Tabell 31 Momentane materialtransportverdier. Stasjon KV1 Gruvevanns- bekken nedenfor velter	46
Tabell 32 Momentane materialtransportverdier. Stasjon KV2 Berstjern- bekk nedenfor velter	47

FIGURER

	Side
Figur 1 Kart over gruveområdet ved Dragset Verk	9
Figur 2 Kart over gruveområdet ved Undal Verk	14
Figur 3 Kart over gruveområdet ved Kvikne Kobberverk	17

## 1. INNLEDNING

Norsk institutt for vannforskning fikk i september 1980 i oppdrag av Industridepartementets bergverkskontor å foreta undersøkelser for å beregne tilførsler av forurenset vann fra 3 nedlagte gruveområder i Orklas nedbørfelt. Gruvene ved Dragset i Meldal kommune, Undal Verk ved Berkåk og Kvikne Kobberverk i Tynset kommune ble undersøkt. Undersøkelsen er stort sett utført etter samme opplegg som i tidligere undersøkelser som er utført ved Kjøli, Killingdal og Røstvangen gruver og ved Røros Kobberverks område. Ved siden av måling av konsentrasjoner og vannmengder er det vurdert mulige tiltak for å redusere forurensningstilførslene.

En befaring til områdene ble foretatt i september og et programforslag utarbeidet 30/10-1980.

Feltarbeidet med bygging av måledammer og kalibrering av vannmerker ble startet i september 1980 og lokale prøvetakere ble instruert om prøvetaking og vannføringsmålinger.

Ved Dragset har Knut Sandvik, Hoston stått for den rutinemessige innsamling av prøver, mens ved Kvikne har Steinar Odden, Kvikne samlet inn prøver. Prøvetakingen ved Undal Verk er utført av NIVA ved gjennomreise i forbindelse med andre oppdrag.

Prøvetakingen ble avsluttet i november 1981.

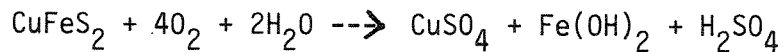
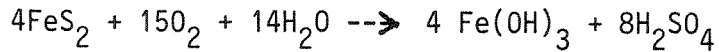
## 2. PROBLEMSTILLINGER OM VANNFORURENSNINGER FRA KISGRUVER

### 2.1 Arsaker

I områder hvor det er drevet gruvedrift etter kisminerale forekommer ofte vannforurensninger som skyldes tilførsler av surt, tungmetallholdig vann. Forsurningen kan ha både bakteriologiske og kjemiske årsaker. I surt grunnvann er alltid bakterien *Thiobacillus ferrooxidans* til stede. Denne har den egenskap at den bruker reduserte svovelforbindelser som i kisminerale som energi for sin vekst. Under betingelser som rik tilgang på vann, oksygen og visse andre næringsstoffer kan veksten bli meget sterk. Veksten er temperaturavhengig og går tregt omkring 0<sup>o</sup> og har sitt maksimum ved 35<sup>o</sup>C.



Under tilgang på vann og luft får en prosesser hvor svovelsyre produseres og metaller løses ut:



Syreproduksjonen fører til økt utløsning av metaller og ved økende surhet tiltar også bakterieaktiviteten og en kan få en akselererende økning i metallkonsentrasjonene dersom ikke redusert tilgang på oksygen og vann bremser prosessene.

I surt drensvann fra kisgruveområder illustrerer metallinnholdet ofte det relative forholdet mellom metallinnholdet i malmen. Jern, kobber og sink er som regel hovedkomponentene i norske forekomster, men en kan også finne mindre bly, kadmium og kvikksølv.

## 2.2 Tiltak mot forurensninger

Hovedkildene til forurensninger fra gamle gruveområder er som regel gråbergstipper og gamle avgangsdammer. På grunn av dårligere oppredningsteknikk i tidligere tider inneholder disse ofte større mineralmengder enn ved tilsvarende deponier ved dagens gruver.

En rekke tiltak kan være aktuelle for å redusere forurensningene, men forhold som forurensningens størrelse og betydning bør være avgjørende for hva som skal gjøres. Omkostningene ved slike tiltak varierer betydelig. Det mest effektive tiltak for å fjerne forurensningene varig, vil være å fjerne kildene. Dette kan gjøres ved å fjerne velter eller avgang ved å gjennomføre ny og mer effektiv oppredning. For at dette skal ha en akseptabel økonomi, må avfallet være lett tilgjengelig og ha høyt metallinnhold. I praksis vil tiltakene mer gå i retning av å forsøke å redusere tilgangen på vann og luft og foreta pH-justering. Lufttilførselen kan reduseres på flere måter.

- Med vann: Stillestående vann egner seg godt for å stoppe tilgang på oksygen. Oksydasjonsprosessene kan bremses ved å fylle gruva med vann eller deponere bergvelter og avgangsmasser under vann.

- Revegetering: Der hvor det er tilgang på jord kan dette være aktuelt. Hvis jordlaget er tilstrekkelig tett og tykt vil den mikrobiologiske aktiviteten i jordlaget bevirke anaerobe forhold.
- Forsegling: En overdekking med plastduk, asfalt etc. er rapportert å være effektivt ved utenlandske gruveområder. En slik forsegling vil dessuten holde vann borte.

Et tiltak hvor flere effekter kombineres ble gjennomført ved Kjøli Gruver i 1981. Ved å arrondere og kalke veltene er det håp om å oppnå følgende effekter:

- Arrondering med bulldoser vil pakke massene tettere sammen. Tilgangen på luft blir redusert og veltene vil bli mindre gjennomtrengelig for vann.
- Kalking vil heve pH. Derved reduseres bakterieaktiviteten og forurningsprosessene stopper.
- Arronderingen gjør veltene mer egnet for andre tiltak, f.eks. overdekking, ytterligere kalking etc.

Tiltaket vil bli fulgt opp med et måleprogram som vil løpe over noen tid for å studere effektene og varigheten av tiltaket.

### 3. KJEMISK-FYSISKE UNDERSØKELSER VED DRAGSET VERK

#### 3.1 Generell beskrivelse

Gruva ligger i Meldal kommune og drenerer til Malisetertjern som har avløp til elven Bjøråa som munner ut i Ringevatnet og videre i Hostonvatnet. Hostonvatnet har avløp til Vorma som renner ut i Orkla ved Vormstad.

Driften ved Dragset startet i 1867 og ble nedlagt i 1909. Aktiviteten var størst i slutten av 1890-årene og den totale produksjon av råmalm kan anslås til ca. 100.000 tonn. Gruva har vesentlig vært drevet på kobber og svovelkis, men det er også en del sinkblende i malmen.

Fig. 1 viser en kartskisse over gruveområdet.

#### 3.2 Undersøkelsesopplegg

Det ble foretatt en befaring den 7/9-80 for å få en oversikt over området og fastlegge prøvetakingssteder. Under befaringen ble det tatt orienterende prøver fra 10 lokaliteter, DR1-10, som er markert på kartskissen. I området er en rekke større velter som alle drenerer til Nedre gruedam. Mellom Nedre gruedam og innløp Malisetertjern er det tydelig at det kan ha foregått forskjellige aktiviteter. Det ble derfor tatt et par vannprøver fra området under befaringen. Resultatene for prøvene DR8 og DR9 tyder imidlertid ikke på noen forurensningstilførsler av betydning fra dette område. Forurensningstilførslene fra området så derfor ut til i det vesentlige å være samlet i de to bekkene som kommer fra tjernet nord for gruveområdet. I tillegg var det noe sig fra en stor velt nede ved Nedre gruedam.

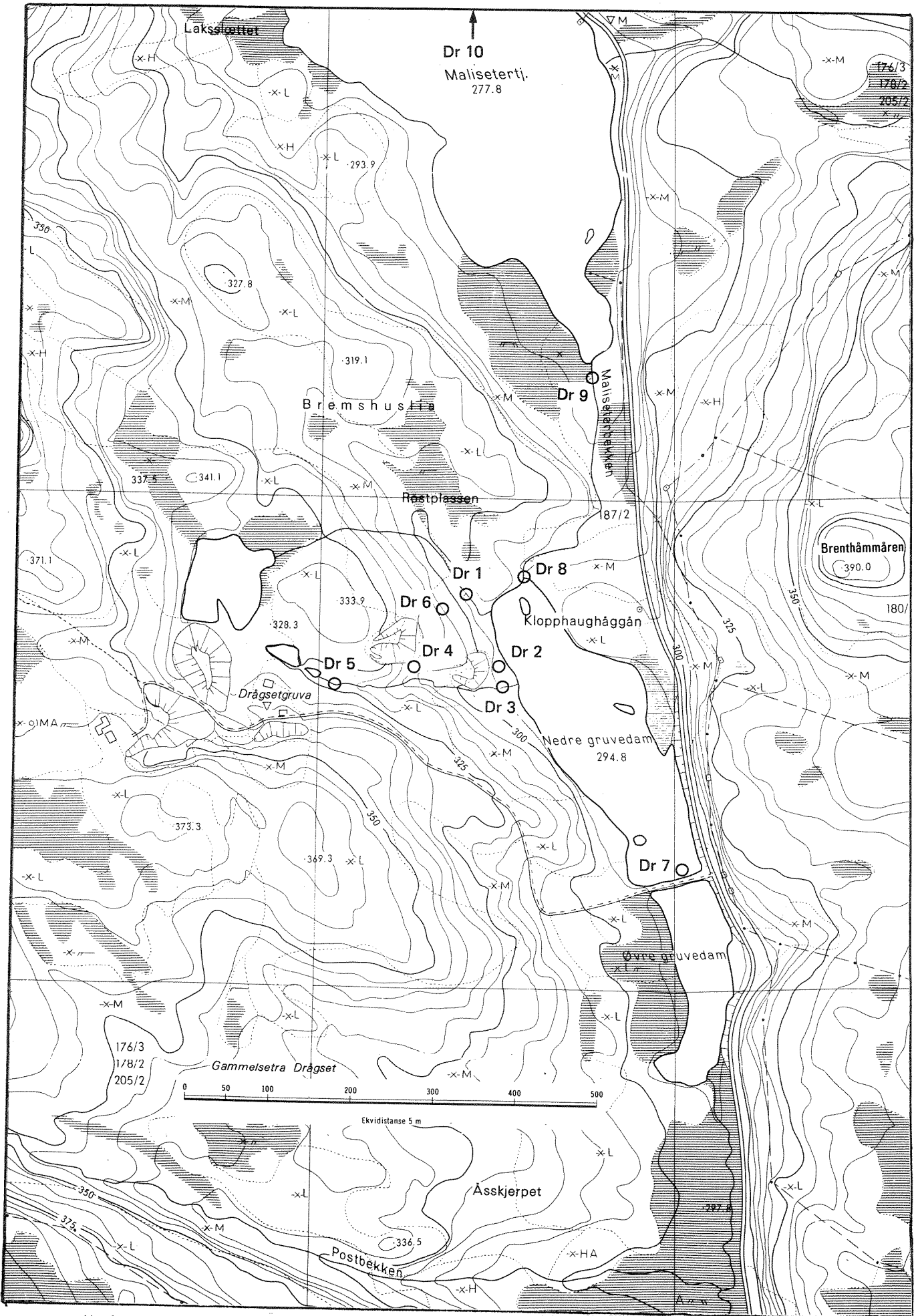
Bekken som passerer prøvetakingsstasjonen DR3 ble kalt Gruvevannsbekk.

Den mottar gruvevann som renner ut av stollen ved DR4. Bekken kommer trolig fra tjernet nord for gruveområdet, men tilløpet er noe diffust idet masser fra veltene er brukt til å stenge avløpet fra tjernet.

Tjernet har derved delvis fått et nytt utløp lenger nord og som fører ut i Nedre gruedam ved DR1.

Ut fra analyseresultatene for prøvene tatt under befaringen 7/9-80 ble det besluttet at det rutinemessig skulle tas prøver fra følgende stasjoner:

- DR1 Bekk fra tjern
- DR2 Sig fra velter
- DR3 Gruvevannsbekk, nedre del
- DR4 Gruvevann



Utdrag av øk.kart. Meldaal, Sør-Trøndelag. DRAGSETGRUVA BX CD 120-5-3,4  
Fig. 1 Kart over gruveområdet ved Dragset Verk

Det ble bygget måledammer ved DR1, DR3 og DR4 og det ble gravet en dreneringsgrøft under velten ved DR2 og laget et enkelt overløp for måling av vannmengder.

Avrenningsforholdene ved DR4 var noe diffuse idet det var mulig at noe av vannet i måledammen kunne trenge gjennom det sterkt oppsprukne fjellet ved utgangen av stollen. Inngangen til stollen raste senere delvis igjen. Det ble derfor tatt noen ekstra prøver ved DR5 for å bedømme betydningen av gruvevannstilførselen.

### 3.3 Måleresultater

Analyseresultatene for alle stasjonene er samlet i tabellene 5-14.

I tabellene 15-18 er det ut fra analyseresultater og vannføringsmålinger beregnet momentane transportverdier for en del komponenter, og i tabell 1 er beregnet gjennomsnittlig årlig materialtransport av en del komponenter. Enkeltresultatene illustrerer at konsentrasjonene i bekk fra tjern (DR1) var sterkt varierende og til tider beskjedne. De høyeste konsentrasjonene var i prøvene fra DR2, 3 og 4.

Transportverdiene (tabell 1) viser at omlag 90% av den totale tilførsel av de viktigste komponentene blir tilført Nedre gruedam via Gruvevannsbekken (DR3).

Det var relativt liten forskjell i analyseresultatene for DR3 og DR5. Dette betyr at sig fra velter nedstrøms DR5 og gruvevannstilførselen betyr relativt lite for den totale tilførsel av forurensningskomponenter. Hovedtyngden av forurensningskomponenter til vassdraget kommer således fra området oppstrøms DR5.

En usikkerhet med observasjonene er selvsagt prøvenes representativitet. På grunn av store snømengder (snødyp på over 2 m) ble det vanskelig å ta prøver under vinteren. Vi antar at avrenningsforholdene er forholdsvis stabile om vinteren. En kan derfor regne at prøver tatt 2/4-81, som ble tatt før vårmeltingen satte inn, er representative for vintersituasjonen. Tabell 17 viser at transportverdiene for prøve tatt 2/4-81 ikke adskiller seg vesentlig fra de beregnede gjennomsnittsverdier. Manglende prøvetaking om vinteren har derfor ikke noen vesentlig innvirkning på de gjennomsnittlige materialtransportverdier.

Tabell 1 Gjennomsnittlig årlig massetransport fra Dragset Verk

		DR1 Bekk fra tjern	DR2 Sig fra velte	DR3 Gruvevannsbekk	DR4 Gruvevann	SUM
Kobber	kg	88,1	30,3	1392	52,5	1563
Sink	kg	119	42,9	1953	87,5	2200
Jern	kg	217	115	4290	117	4739
Kadmium	kg	0,35	0,13	5,7	0,25	6,4
Sulfat	kg	4400	1740	56200	2690	65000

### 3.4 Konsekvenser for vassdraget

Denne undersøkelsen har ikke som formål å undersøke forurensningssituasjonen i hele vassdraget ned til Orkla, men vi vil her likevel gi en kortfattet orientering om hvilken betydning tilførslene fra gruveområdet har for vassdraget.

I en undersøkelse for EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission) foretatt av NIVA i 1975/76 ble vassdraget fra Øvre gruedam til Hostonvatn undersøkt. Undersøkelsen var et ledd i arbeidet med å utarbeide vannkvalitetskriterier for ferskvannfisk og det ble lagt spesielt vekt på å studere effekten av de høye kobber- og sinkkonsentrasjonene på fisk. Undersøkelsen fastslo at vassdraget fra Nedre gruedam til Ringevatn var fisketomt pga. høye tungmetallkonsentrasjoner.

I Ringevatn og Hostonvatn var det imidlertid en god bestand av bl.a. ørret til tross for at EIFAC's normer for giftigheten av kobber og sink over for ørret var betydelig overskredet. En forklaring på dette antas å være at metallene delvis kan foreligge komplekst bundet til organiske molekyler (humus) i vannmassene slik at konsentrasjonen av giftige fri metallioner er betydelig lavere enn totalkonsentrasjonene. Laboratorieundersøkelser syntes å bekrefte dette. Det er også mulig at fisken i de to innsjøer kan ha tilpasset seg de unormalt høye konsentrasjoner av kobber og sink. Laboratorieundersøkelsene tyder likevel på at konsentrasjonsnivået til fri giftige kobber og sinkioner er såvidt høyt at giftvirkninger kan ventes dersom konsentrasjonene økes ytterligere.

Utslippene fra Dragset-området har neppe noen betydning for Orkla nedenfor samløpet med Vormå.

### 3.5 Tiltak

Måleresultatene viser at forurensningstilførslene fra de nederste veltene utgjør en beskjeden andel av de totale tilførsler til vassdraget. For å sikre fiskebestanden i Ringevatn/Hostonvatn bør derfor eventuelle tiltak konsentreres om området oppstrøms DR5. Sannsynligvis kommer hovedmengden av forurensningene fra de store veltene ved tjernet. Følgende tiltak synes her å være aktuelle:

#### A. Bortkjøring av velter

En mulighet er å transportere veltene til Løkken Verk for knusing og flotasjon. Det er usikkert om dette er teknisk realiserbart. En annen mulighet er å bringe veltene under vann i nedre gruvedam eller Malisetertjern for å stoppe oksydasjonen av kis. Dette medfører fare for støtutslipp av tungmetaller i anleggsperioden og derved fare for fiskedød i Ringevatn/Hostonvatn.

Nedre gruvedam er sannsynligvis for liten for formålet fordi vannspeilet har sunket en del de senere år idet dammen ved DR8 er i ferd med å bryte sammen. Ny dam må trolig bygges for å sikre vannstanden.

Det bør også vurderes om den nåværende dam er sikker nok til å forhindre støtutslipp av forurenset vann og slam fra Nedre gruvedam som følge av dambrudd.

#### B. Kalking av veltene

Dette er det enkleste og rimeligste tiltaket, men effekten av kalkingsprosjektet ved Kjøli gruver bør studeres før en eventuell kalking ved Dragset iverksettes. Hvis en bruker sulfatproduksjonen som mål for kisoksydasjonen og en regner at de øvre velter avgir 60 tonn  $SO_4$  pr. år, vil det i første omgang kreves ca. 50 tonn hydratkalk til nøytralisasjon og utfelling av tungmetallene.

I gruveområdet oppe ved tjernet er det et stort kraterformet dagbrudd som bl.a. skyldes at gruva en gang har rast sammen og massene tatt ut. Et mulig tiltak kan være å transportere de øvre veltene hit samtidig med at massene kalkes. Hele arealet bør overdekkes etterpå og tilplantes. Dette bør vurderes gjort også av sikrings-

hensyn. Dersom graving i velter foretas, bør det holdes kalk i beredskap til eventuelt bruk i bekkene, Nedre gruedam eller Maliseterbekken for å forhindre støtutslipp av tungmetaller.

#### 4. KJEMISK-FYSISKE UNDERSØKELSER VED UNDAL VERK

##### 4.1 Generell beskrivelse

Undals Verk eller tidligere Undals grube ligger ved Berkåk ved elven Skauma som er en sideelv til Orkla.

Det har vært drift i gruva i perioder fra 1650 til 1971 og aktiviteten var størst i årene fra 1952 til nedleggelsen i 1971. Produksjonen av råmalm for hele driftsperioden kan anslås til 300.000 tonn.

I malmen finnes svovelkis, kobberkis og sinkblende. I siste driftsperiode ble malmen knust og fraktet til Berkåk med taubane for videre transport til Trondheim hvor oppredningen foregikk. I dag er det ingen velter i området.

Fig. 2 fremstiller en kartskisse over gruveområdet.

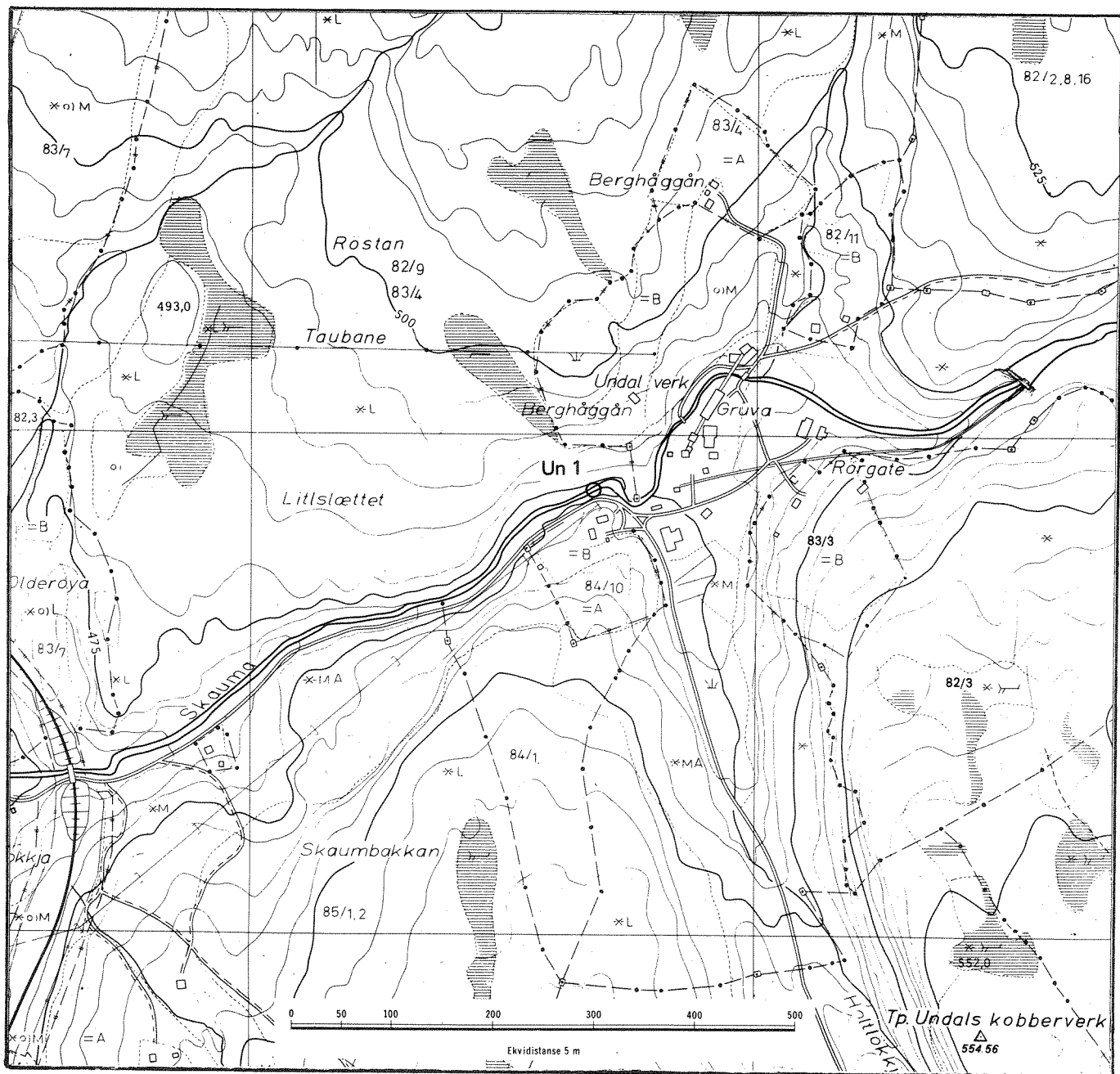
##### 4.2 Undersøkelsesopplegg

Det ble foretatt en befaring den 7/9-80 og forurensningen ble foreløpig funnet å være så liten at det bare var nødvendig med en undersøkelse av begrenset omfang med noen spredte prøver over et år. Prøvene ble tatt av NIVA ved gjennomreise i forbindelse med andre oppdrag. Avrenningen fra området så ut til å være diffus, og så ut til å komme fra fyllmassene i grunnen rundt bygningene i gruveområdet. Prøvene ble tatt i Skauma et stykke nedenfor gruveområdet. Vannføringen i Skauma var så vidt stor at det ikke var mulig på en enkel måte å lage måledam for registrering av vannmengder. Den 22/9-80 ble vannføringen nedstrøms gruveområdet beregnet v.h.a. målinger med flygel. Vannføringen ble beregnet til 243 l/s. En middelvannføring på 200 l/s er benyttet til beregning av gjennomsnittlig årlig materialtransport av de viktigste forurensningskomponenter.

##### 4.3 Måleresultater

Det ble ialt tatt 7 prøver i perioden 7/9-80 - 29/10-81. Analyseresultatene er samlet i tabell 19. I tabell 20 er også stilt sammen middelveidene for de samme analyseparametre for en prøveserie som ble tatt i Skauma i 1977-80 i forbindelse med en større undersøkelse i Orklavassdraget.





Utdrag av øk.kart. Rennebu, Sør-Trøndelag. CH 112-5-2 UNDAL

Fig. 2 Kart over gruveområdet ved Undal Verk

Resultatene viser at Skauma er tydelig påvirket av utslipp av tungmetaller, særlig er jernkonsentrasjonene høye. En ser da også at elveleiet stort sett er dekket av okerutfellinger. Kobber- og sinkkonsentrasjonene er lave sett i utslippssammenheng, men kan til tider være så høye at toksiske effekter kan ventes.

Hvis en regner en årlig middelvannføring på 200 l/s i Skauma er det i tabell 2 gjort en sammenstilling av gjennomsnittlig årlig materialtransport av en del forurensningskomponenter.

Tabell 2 Gjennomsnittlig årlig materialtransport i Skauma

Kobber kg/år	Sink kg/år	Jern kg/år	Kadmium kg/år	Sulfat kg/år
176	536	6700	3	63000

Konsentrasjonene av kobber, sink, kadmium og sulfat er så vidt lave at den naturlige bakgrunn også bidrar vesentlig til de totale transportverdier.

#### 4.4 Diskusjon - Tiltak

Forurensningstilførslene fra det nedlagte Undal Verk er beskjedne i forhold til tilførsler fra nedlagte gruveområder som er undersøkt hittil. Tungmetallkonsentrasjonene i Skauma er likevel så høye at elven er betydelig påvirket. Utslippene fra gruveområdet har imidlertid ingen betydning for vannkvaliteten i Orkla. Skauma munner ut i Orkla nedstrøms det nye Brattset Kraftverk slik at en alltid er sikret for-tynningsvann for tungmetalltilførslene fra gruveområdet.

Eventuelle tiltak for å redusere forurensningstilførslene bør derfor prioriteres lavere enn tiltak ved områder som er undersøkt hittil. Utviklingen i forurensningssituasjonen i Skauma bør imidlertid følges opp. Det er mest hensiktsmessig at en overvåking av Skauma innpasses i det statlige program for forurensningsovervåking.

## 5. KJEMISK-FYSISKE UNDERSØKELSER VED KVIKNE KOBBERVERK

### 5.1 Generell beskrivelse

Kvikne Kobberverk ligger 750 m.o.h. ved Kvikne i Tynset kommune. Området drenerer til Ya som er sideelv til Orkla.

Kvikne Kobberverk (Kvikne Kupferwerk) ble påbegynt i 1631 og er således Norges eldste kisgruve. Driften ble oppgitt i 1789 etter at gruva ble fylt med vann. Det ble forsøkt ny drift i 1870 og i 1912. Gruva har vært drevet på en kobberholdig svovelkis og det er anslått at det er brutt i alt ca. 200.000 tonn malm. Veltenes størrelse er anslått til ca. 95.000 m<sup>3</sup>.

Figur 3 gir en oversikt over gruveområdet.

### 5.2 Undersøkelsesopplegg

Den 8/9-80 ble det foretatt en befaring i området og det ble tatt en del orienterende prøver for å vurdere plassering av eventuelle prøvetakingsstasjoner.

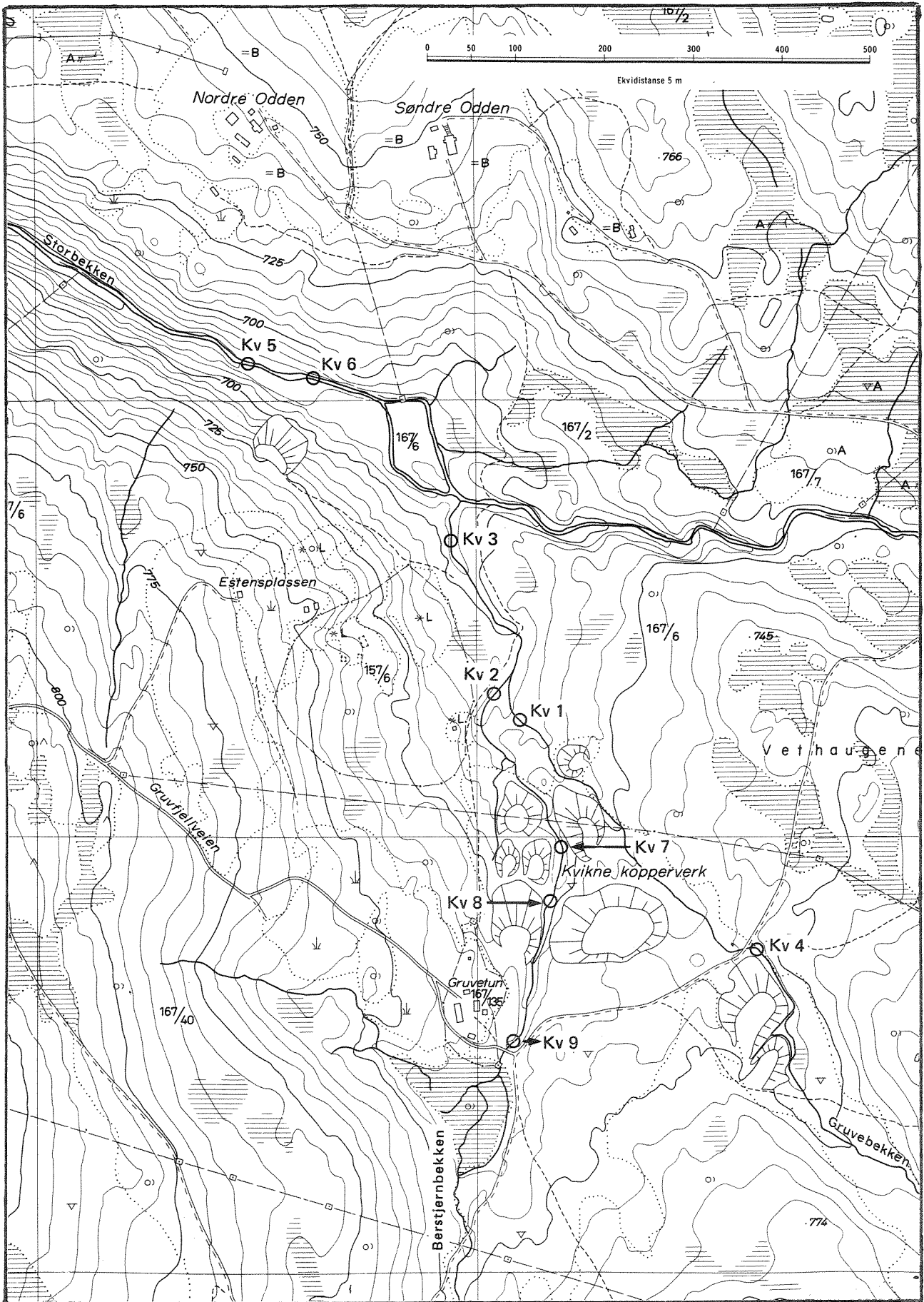
Resultatene fra den orienterende undersøkelsen viste at avrenningen fra de nedre veltene ved Storbekken var av liten betydning. Det ble derfor besluttet å bygge to måledammer ved KV1 og KV7 og feltarbeidet ble startet 24/9-80. Da vannføringen avtok senere, viste det seg at overløpet i dammen ved KV7 var meget lite. Det ble da oppdaget at det var gruveåpninger i bekkeleiet nedenfor KV7.

Berstjernbekken går inn i gruva ovenfor KV8 og kommer ut flere steder i bekkeleiet ved KV7. Det ble derfor besluttet å ta rutinemessig prøver fra tre stasjoner KV1, KV2 og KV3 og beregne materialtransporten ut fra vannføringsobservasjonene ved KV1 og analyseresultatene for KV1, KV2 og KV3. Et vannmerke som ble plassert i Berstjernbekken ved KV9 ble kalibrert v.h.a. observasjonene fra KV1, 2 og 3.

### 5.3 Måleresultater

Alle analyseresultatene er samlet i tabellene 21-29.

I tabellene 31 og 32 er det beregnet momentane transportverdier for de viktigste forurensningskomponenter. I tabell 3 er beregnet gjennomsnittlig årlig materialtransport av de samme komponenter. Det er selvsagt vanskelig å bedømme hvor representative prøvene er. Begge bekkene gjennom området



Utdrag av øk.kart. Tynset, Hedmark. KVIKNE KOBBERBERK CL 106-5-2

Fig. 3 Kart over gruveområdet ved Kvikne Kobberverk

er typiske flombekker og vannføringene kan variere betydelig slik det er vanlig i fjellet. Det var også her vanskelig å få til prøvetaking om vinteren pga. store snømengder. Vi antar at prøvene som ble tatt 3/4-81 er representative for vintersituasjonen da vårsmeltingen ikke var begynt på det tidspunkt. I så fall vil gjennomsnittsverdiene gi et representativt inntrykk av størrelsesorden til de viktigste forurensningskomponentene. Resultatene viser at det er lite sink i veltene og at hovedkomponentene er jern og kobber.

Det er vanskelig å bedømme hvor hovedtyngden av forurensningene kom fra da avrenningsforholdene var meget diffuse. Det er også vanskelig å bedømme hva som betyr mest for forurensningssituasjonen, enten tilførsel av surt gruvevann eller sig fra velter, da Berstjernbekken gikk inn i gruva og sannsynligvis fant sitt utløp over et spredt område. Det så imidlertid ut som om Gruvebekken bare mottok sig fra velter. Da også Berstjernbekken nødvendigvis også tilføres en del sig, er det rimelig å anta at det er sig fra velter som betyr mest for forurensningstilførslene.

Tabell 3 Gjennomsnittlig årlig materialtransport fra Kvikne Kobberverk

	Kobber kg/år	Sink kg/år	Jern kg/år	Kadmium kg/år	Sulfat kg/år
Gruvebekken	609	83	2830	0,63	29900
Berstjernbekken	408	94	1130	0,47	23900
Totalt	1017	177	3960	1,1	53800

#### 5.4 Konsekvenser for vassdraget

Avrenningen fra gruveområdet blir fortynnet med Storbekken som igjen renner ut i Ya.

Forurensningene blir således kraftig fortynnet slik at utslippene ikke har noen konsekvenser for Orkla. Ya er imidlertid tydelig påvirket, noe en også ser på okerutfellingene på bunnen.

I tabell 30 er tatt med analyseresultater for Ya for prøver som er tatt i den perioden undersøkelsen har pågått. Prøvene i Ya er tatt i forbindelse med det statlige overvåkingsprogrammet som pågår i Orklavassdraget.

Resultatene viser at det er bare kobberverdiene som en kan si ligger over det en vanligvis finner som bakgrunnsverdier i norske vassdrag.

Etter at kraftutbyggingen i området blir ferdig, vil vannføringen i Ya bli kraftig redusert. En undersøkelse i Orklavassdraget foretatt av NIVA i perioden 1977-78 for å vurdere virkningene etter reguleringen, konkluderte med at konsentrasjonene av kobber i Ya ved regulert vannføring antagelig blir så høye at skader på fisk oppstår. Det er imidlertid trolig at vannføringen vil bli så lav at fiskebestanden også av den grunn vil bli skadelidende. I Orkla vil neppe økte konsentrasjoner i Ya få noen betydning for fisk.

#### 5.5 Tiltak

Det er meget vanskelig å foreta enkle tiltak for å redusere tilførslene. Terrengets form og veltenes størrelse gjør det vanskelig å foreta noen arrondering av veltene som er nødvendig ved en eventuell kalking. Det eneste effektive tiltak synes å være å fjerne veltene ved eventuelt å foreta en oppredning og føre avgangen ned i gruva.

En tørrlegging av området ved å lede bekkene utenom området kan også være et aktuelt tiltak, men vil kreve omfattende inngrep i landskapet og bli kostbart.

Det bør vurderes om det er mulig å tette gruveåpningene og fylle gruva med vann.

## 6. SAMLET VURDERING

I tabell 4 er stilt sammen data fra undersøkelser som hittil har vært utført over tilførsler fra nedlagte gruveområder.

Tabellen viser at materialtransporten fra de tre undersøkte områder i denne rapporten er mindre enn de som er undersøkt tidligere. Kobber og sinktransporten fra Undal Verk er beskjeden, men jerntransporten er av en slik størrelsesorden at det blir utfellinger av oker i Skauma, noe som gir et skjemmende inntrykk. Utslippene har liten betydning for selve Orkla. Ved Kvikne er det først og fremst kobberkonsentrasjonene som er av størst betydning og transporten ut av området er av samme størrelsesorden som ved Røstvangen. Konsekvensene for vassdraget er ikke de samme idet avrenningen fra Kvikne Kobberverk blir kraftig fortynnet. En forverring vil finne sted etter regulering av vassdraget, men vil neppe få konsekvenser for Orkla.

Når forurensningstilførslene fra de tre gruveområdene sammenlignes, er de størst fra Dragset. Kobberavrenningen er av samme størrelsesorden som ved Storvarts og Kongens gruve, Røros, mens sinkavrenningen er en del lavere. Transporten av begge metaller til vassdraget er av en slik størrelsesorden at fisken i vassdraget ned til Orkla er truet.

Hvis en skal prioritere eventuelle tiltak ved de tre undersøkte områder, vil området ved Dragset Verk måtte prioriteres høyest, både fordi forurensningstilførslene er størst og fordi det trolig knytter seg større interesser til vassdraget. Imidlertid er det i denne rapporten ikke foretatt noen undersøkelse av brukerinteressene til de lokale vassdragene slik at det må tas forbehold om disse i vurderingen som er gjort.

Rent generelt må det sies at når eventuelle tiltak skal vurderes, er det viktig at en ikke bare ser på den totale materialtransport ut av området, men også tar med i vurderingen de konsekvenser forurensningstilførslene har for vassdraget og hvilke interesser som knytter seg til bruken av vassdraget. Et viktig moment er også selvsagt om eventuelle tiltak rent teknisk er realistiske innen akseptable kostnadsrammer.

Tabell 4 Gjennomsnittlig materialtransport fra nedlagte gruveområder

Område	Komponent	Kobber Tonn/år	Sink Tonn/år	Jern Tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat Tonn/år
Killingdal		3,7	25	79	-	238
Kjøli		2,7	0,1	27	-	138
Røstvangen		1,2	0,8	11	-	81
Kongens gruve, Røros		1,8	16,1	47,5	16	237
Storvarts		1,6	7,2	12,4	12,7	155
Dragset Verk		1,6	2,2	4,7	6,4	65
Undal Verk		0,18	0,54	6,7	3	63
Kvikne Kobberverk		1,0	0,18	4,0	1,1	53,8



## 7. KONKLUSJON

1. Det er utført en undersøkelse av forurensningstilførsler fra tre nedlagte gruveområder i Orklas nedbørfelt. Det er også vurdert mulige tiltak for å redusere tilførslene.
2. Ingen av områdene utgjør noen trussel for vannkvaliteten i Orkla, men alle områdene påvirker de lokale nedbørfelt i betydelig grad.
3. Av de tre områdene har utslippene fra gruvene ved Dragset størst betydning, og dette området bør prioriteres ved eventuelle tiltak for å redusere utslippene.
4. Utslippene fra Dragset kommer fra et relativt avgrenset område og det bør være mulig med forholdsvis beskjedne omkostninger å redusere forurensningstilførslene fra området.
5. Utviklingen i de to andre områdene bør følges videre og vurderes spesielt i forbindelse med den statlige rutineovervåkingen i Orklavassdraget.

## 8. LITTERATUR

- ALABASTER 1980. Alabaster, J.S. and Lloyd, R., Water Quality Criteria for Freshwater Fish, FAO, BUTTERWORTHS, London 1980.
- EIFAC 1977. Report on the effect of zinc and copper pollution on the salmonid fisheries in a river and lake system in central Norway. EIFAC Tech. Pap. 29.
- NIVA 1979. NIVA-rapport 0-77061. Vannforurensning fra gruver, Røstvangen og Kjølvi. Norsk institutt for vannforskning 1979.
- NIVA 1979. NIVA-rapport 0-77061. Vannforurensning fra gruver, Killingdal. Norsk institutt for vannforskning 1979.
- NIVA 1980. NIVA-rapport 0-78050. Vannforurensning fra gruver, Røros Kobberverk. Norsk institutt for vannforskning 1980.
- NIVA 1979. NIVA-rapport 0-75122. Orklavassdraget, Vannkvalitet og hydrobiologiske forhold. Norsk institutt for vannforskning 1979.
- NIVA 1981. NIVA-rapport 0-80002-10. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 9/81. Rutineovervåking i Orkla 1980. Norsk institutt for vannforskning 1981.

## 9. VEDLEGG

Tabeller over vannkjemi, vannføring og massetransport.

Forklaring av symboler og forkortelser i tabellene:

PH	:	pH, surhetsgrad
KOND, MIS/CM	:	Konduktivitet (ledningsevne) $\mu\text{s/cm}$ , $20^{\circ}\text{C}$
CA, MG/L	:	Kalsium mg Ca/l
MG, MG/L	:	Magnesium mg Mg/l
SO <sub>4</sub> , MG/L	:	Sulfat mg So <sub>4</sub> /l
PB, MIK/L	:	Bly $\mu\text{g Pb/l}$
FE, MG/L-MIK/L	:	Jern mg Fe/l - $\mu\text{g Fe/l}$
CD, MIK/L	:	Kadmium $\mu\text{g Cd/l}$
CU, MG/L-MIK/L	:	Kobber mg Cu/l - $\mu\text{g Cu/l}$
ZN, MG/L-MIK/L	:	Sink mg Zn/l - $\mu\text{g Zn/l}$
TURB, FTU	:	Turbiditet, FTU-enheter
KG/D	:	Kg/døgn
G/D	:	gram/døgn



```

=====
NIVA *
*
* TABELL NR.: 6
*
*
* SEKIND
*
* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*
* PROSJEKT:
*
* STASJON: DR2 SIG FRA VELTER
*
*
* DATO: 22 FEB 82
*
=====

```

DATO/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
800907	2.73	1540.			784.		55.8	56.0	14.9	21.2	
800923	2.76	1800.			1340.		117.	110.	20.8	22.4	0.055
801025	2.82	1550.			825.	5.50	82.2	64.0	17.6	20.6	0.050
801123	2.87	1577.			800.		72.4	51.0	16.8	23.2	0.071
810614	2.82	1200.	68.1	15.7	600.		35.6	40.0	10.2	13.5	0.083
810629	2.87	1090.	37.5	17.5	618.	4.45	23.6	60.0	10.2	16.1	0.063
810720	2.89	1267.	93.7	24.5	640.		21.8	60.0	10.8	18.6	0.083
810725	2.87	1303.	90.0	23.7	632.	4.20	17.9	50.0	11.1	19.2	0.083
810829	2.87	1390.			784.		49.2	50.0	12.3	16.3	0.083
810831	2.78	1389.			718.		44.9	50.0	12.2	16.3	0.050
811011	2.92	1280.			628.		42.3	43.0	10.8	17.7	0.063
811029	3.00	1125.			588.		26.4	44.0	10.3	17.0	0.067
811115	2.92	1344.			736.		52.2	50.0	11.0	16.6	0.140

```

=====
ANTALL : 13
MINSTE : 2.73
STØRSTE : 3.00
BREDDE : 0.270
GJ.SNITT : 2.86
STD.AVVIK : 0.073
=====

```

13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12
1090.	1090.	1090.	1090.	1090.	1090.	1090.	1090.	1090.	1090.	1090.	0.050
1800.	1800.	1800.	1800.	1800.	1800.	1800.	1800.	1800.	1800.	1800.	0.140
710.	710.	710.	710.	710.	710.	710.	710.	710.	710.	710.	0.090
1373.	1373.	1373.	1373.	1373.	1373.	1373.	1373.	1373.	1373.	1373.	0.074
200.	200.	200.	200.	200.	200.	200.	200.	200.	200.	200.	0.024

```

=====

```

NIVA \*  
 \* TABELL NR.: 7  
 SEKIND \*  
 \*\*\*\*\*  
 KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \*  
 PROSJEKT: \*  
 \* STASJON: DR3 GRUVEVANNSBEKK, NEDRE DEL  
 \*  
 DATO: 22 FEB 82 \*  
 \*\*\*\*\*

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
800907	2.79	1075.			392.		29.9	46.0	10.3	16.8	
800923	2.80	1274.			294.		32.4	54.0	12.0	20.4	3.10
801025	2.85	1190.			728.	5.25	47.4	69.0	13.8	20.8	10.0
801123	2.88	1238.			462.		59.4	50.0	14.6	22.2	6.80
810402	2.87	1280.	83.3	20.2	672.		93.4	60.0	20.9	23.6	1.50
810614	2.80	1089.	37.0	14.4	472.		25.2	50.0	14.1	17.2	6.80
810629	2.75	1110.	16.5	14.6	492.	4.45	21.4	60.0	14.2	17.1	1.25
810720	2.75	1230.	17.8	18.1	494.		20.2	50.0	13.0	16.2	1.20
810725	2.74	1322.	42.8	18.8	500.	4.90	18.4	50.0	12.5	16.3	1.50
810829	2.83	1200.			484.		24.6	50.0	9.84	14.3	3.30
810831	2.76	1149.			480.		23.9	50.0	9.64	14.0	3.40
811011	2.78	1290.			538.		46.1	42.0	11.2	16.8	1.80
811029	2.81	1192.			530.		51.2	37.0	9.96	14.9	1.20
811115	2.85	1088.			468.		41.2	40.0	7.96	12.6	4.40

ANTALL	:	14	5	5	14	3	14	14	14	14	13
MINSTE	:	2.74	16.5	14.4	294.	4.45	18.4	37.0	7.96	12.6	1.20
STØRSTE	:	2.88	83.3	20.2	728.	5.25	93.4	69.0	20.9	23.6	10.0
BREDDE	:	0.140	66.8	5.80	434.	0.800	75.0	32.0	12.9	11.0	8.80
GJ.SNITT	:	2.80	39.5	17.2	500.	4.87	38.2	50.6	12.4	17.4	3.56
STD.AVVIK	:	0.046	27.1	2.60	105.	0.401	20.5	8.42	3.18	3.23	2.76

```

=====
*
* NIVA
*
* TABELL NR.: 8
*
* SEKIND
*
* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*
* PROSJEKT:
*
* STASJON: DR4 GRUVEVANN
*
* DATO: 22 FEB 82
*
=====

```

DATO/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
800907	2.89	1200.			928.		54.0	72.0	16.7	23.9	0.029
801025	2.82	1490.			798.	5.50	19.1	81.0	19.0	31.4	0.036
801123	3.07	1074.			400.		1.69	36.0	10.1	16.6	
810402	4.77	445.	20.8	10.6	253.		11.1	50.0	11.3	18.4	0.100
810614	2.91	1143.	97.0	12.8	524.	3.20	10.9	70.0	11.3	20.3	0.250
810629	2.98	970.	133.	15.9	578.		10.2	60.0	12.1	20.8	0.100
810720	2.93	1198.	125.	18.0	624.	5.10	12.6	50.0	11.0	20.1	0.220
810725	3.07	1140.	118.	18.5	580.		27.7	50.0	11.0	15.9	0.420
810829	2.94	1170.			540.		23.8	50.0	10.9	16.1	0.130
810831	2.89	1053.			520.		24.8	41.0	9.51	16.7	0.100
811011	3.00	1140.			508.		18.4	39.0	8.15	15.3	0.059
811029	3.17	962.			512.		27.4	50.0	10.6	18.2	0.200
811115	2.98	1208.			622.						

```

=====
ANTALL : 13
MINSTE : 2.82
STØRSTE : 4.77
BREDDA : 1.95
GJ.SNITT : 3.11
STD.AVVIK : 0.507
=====

```

13	3	13	13	13	13	13	13	13	13	13	11
445.	3.20	1.69	30.0	2.59	6.16	0.029					
1490.	5.50	79.2	81.0	19.0	31.4	0.420					
1045.	2.30	77.5	51.0	16.4	25.2	0.391					
1092.	4.60	24.7	52.2	11.1	18.5	0.149					
235.	1.23	20.8	14.9	3.87	5.69	0.116					









```

=====
NIVA *
* TABELL NR.: 14
*
* SEKIND
* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*
* PROSJEKT:
* STASJON: DR10 UTLØP MALISETERTJERN
*
* DATO: 22 FEB 82
*
=====
DATO/OBS.NR. PH KOND SO4 FE CD CU ZN
MIS/CM MG/L MIK/L MIK/L MIK/L
800907 6.53 65.0 25.0 680. 1.95 313. 633.
=====

```

```

=====
NIVA          *
              *
              *   TABELL NR.: 15
SEKIND        *
              *
===== *
PROSJEKT:     *
              *   MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
              *
DATO: 19 MAR 82 *
              *   STASJON: DR1 BEKK FRA TJERN
=====

```

DATO/OBS.NR.	FE KG/D	CU KG/D	ZN KG/D	CD G/D	S04 KG/D
800923	0.968	0.338	0.513	1.52	16.6
801025	0.631	0.139	0.226	0.608	11.2
801126	2.40	0.174	0.357	1.20	20.6
810402	0.388	0.046	0.075	0.579	5.21
810614	2.30	1.30	1.42	3.89	47.7
810629	0.068	0.054	0.063	0.164	2.11
810720	0.043	0.043	0.055	0.161	2.57
810725	0.134	0.149	0.196	0.617	8.85
810829	1.33	0.476	0.638	1.62	20.9
810831	0.454	0.185	0.261	0.708	8.31
811011	0.223	0.086	0.124	0.492	4.54
811029	0.005	0.001	0.002	0.011	0.171
811115	0.312	0.053	0.084	0.373	4.94

```

=====
ANTALL      :   13      13      13      13      13
MINSTE      :   0.005   0.001   0.002   0.011   0.171
STØRSTE     :   2.40    1.30    1.42    3.89    47.7
BREDDE      :   2.39    1.29    1.42    3.88    47.5
GJ.SNITT    :   0.712   0.234   0.309   0.919   11.8
STD.AVVIK   :   0.820   0.345   0.384   1.02    12.7
=====

```

=====  
NIVA \*  
\* TABELL NR.: 16  
SEKIND \*  
=====  
\* MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.  
PROSJEKT: \*  
\* STASJON: DR2 SIG FRA VELTER  
DATO: 19 MAR 82 \*  
=====

DATO/OBS.NR.	FE KG/D	CU KG/D	ZN KG/D	CD G/D	SO4 KG/D
800923	0.556	0.099	0.106	0.523	6.37
801025	0.355	0.076	0.089	0.276	3.56
801123	0.444	0.103	0.142	0.313	4.91
810614	0.255	0.073	0.097	0.287	4.30
810629	0.128	0.056	0.088	0.327	3.36
810720	0.156	0.077	0.133	0.430	4.59
810725	0.128	0.080	0.138	0.359	4.53
810829	0.353	0.088	0.117	0.359	5.62
810831	0.194	0.053	0.070	0.216	3.10
811011	0.230	0.059	0.096	0.234	3.42
811029	0.153	0.060	0.098	0.255	3.40
811115	0.631	0.133	0.201	0.605	8.90

=====  
ANTALL : 12 12 12 12 12  
MINSTE : 0.128 0.053 0.070 0.216 3.10  
STØRSTE : 0.631 0.133 0.201 0.605 8.90  
BREDDE : 0.503 0.080 0.130 0.389 5.80  
GJ.SNITT : 0.299 0.080 0.115 0.349 4.67  
STD.AVVIK : 0.171 0.023 0.035 0.118 1.66  
=====

```

=====
NIVA          *
              *   TABELL NR.: 17
SEKIND        *
===== *
MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
PROSJEKT:     *
              *   STASJON: DR3 GRUVEVANNSBEKK, NEDRE DEL
DATO: 19 MAR 82 *
=====

```

DATO/OBS.NR.	FE KG/D	CU KG/D	ZN KG/D	CD G/D	SO4 KG/D
800923	8.68	3.21	5.46	14.5	78.7
801025	41.0	11.9	18.0	59.6	629.
801123	34.9	8.58	13.0	29.4	271.
810402	12.1	2.71	3.06	7.78	87.1
810614	14.8	8.28	10.1	29.4	277.
810629	2.31	1.53	1.85	6.48	53.1
810720	2.09	1.35	1.68	5.18	51.2
810725	2.38	1.62	2.11	6.48	64.8
810829	7.01	2.81	4.08	14.3	138.
810831	7.02	2.83	4.11	14.7	141.
811011	7.17	1.74	2.61	6.53	83.7
811029	5.31	1.03	1.54	3.84	55.0
811115	15.7	3.03	4.79	15.2	178.

```

=====
ANTALL       :   13      13      13      13      13
MINSTE       :   2.09    1.03    1.54    3.84    51.2
STØRSTE      :   41.0    11.9    18.0    59.6    629.
BREDDE       :   38.9    10.9    16.4    55.8    578.
GJ.SNITT     :   12.3    3.90    5.57    16.4    162.
STD.AVVIK    :   12.2    3.42    5.06    15.5    160.
=====

```

```

=====
NIVA          *
              *
              *   TABELL NR.: 18
SEKIND        *
              *
===== *   MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
PROSJEKT:     *
              *
              *   STASJON: DR4 GRUVEVANN
DATO: 19 MAR 82 *
=====
    
```

DATO/OBS.NR.	FE KG/D	CU KG/D	ZN KG/D	CD G/D	SO4 KG/D
801025	0.198	0.048	0.079	0.203	2.00
801123	0.059	0.031	0.052	0.112	1.24
810614	0.096	0.098	0.159	0.432	4.53
810629	0.235	0.244	0.438	1.51	12.5
810720	0.088	0.105	0.180	0.518	5.39
810725	0.240	0.209	0.382	0.950	11.0
810829	1.01	0.399	0.577	1.81	19.6
810831	0.267	0.122	0.181	0.562	5.84
811011	0.214	0.082	0.144	0.354	4.39
811029	0.094	0.042	0.078	0.199	2.61
811115	0.473	0.183	0.314	0.864	10.7

```

=====
ANTALL       :   11       11       11       11       11
MINSTE       :   0.059    0.031    0.052    0.112    1.24
STØRSTE      :   1.01     0.399    0.577    1.81     19.6
BREDDE       :   0.946    0.368    0.525    1.70     18.4
GJ.SNITT     :   0.270    0.142    0.235    0.684    7.26
STD.AVVIK    :   0.270    0.110    0.170    0.555    5.59
=====
    
```

```

=====
*
* NIVA
*
* TABELL NR.: 19
*
* SEKJND
*
* =====*
* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*
* PROSJEKT:
*
* STASJON: SKAUMA NEDSTRØMS UNDAL VERK
*
*
* DATO: 24 FEB 82
*
=====

```

DATO/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MIK/L	CD MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L
800907	7.11	48.5			9.0		1300.	0.30	21.0	64.
800922	6.96	52.6			8.6		950.	0.70	14.0	60.
801011	7.04	49.0			8.8		850.	0.24	19.0	70.
810402	6.81	74.5	10.1	1.12	17.0		2590.		70.0	160.
810629	6.86	39.0	6.42	0.59	5.8	0.75	340.	0.39	15.5	50.
810725	7.15	60.8	9.32	0.91	12.0	0.85	660.	0.75	31.5	100.
811029	6.82	49.2			8.5		870.		27.0	90.

```

=====
*
* ANFALL : 7
* MINSTE : 6.81
* STØRSTE : 7.15
* BREDDA : 0.340
* GJ.SNITT : 6.96
* STD.AVVIK : 0.140
*
=====

```

```

=====
*
* NIVA
*
* TABELL NR.: 20
*
* SEKJND
*
* =====*
* KJEMISKE ANALYSEDATA
*
* PROSJEKT:
*
* STASJON: SKAUMA MIDDELVERDIER 21/9-77 - 8/9-78
*
*
* DATO: 24 FEB 82
*
=====

```

DATO/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MIK/L	CD MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L
7.3	62		9.6	1.0	11	1.7	1021	0.48	54.0	132.



=====  
 NIVA \*  
 \*  
 \* TABELL NR.: 21  
 \*  
 \* SEK.LND  
 \*  
 \*=====  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \*  
 \* PROSJEKT:  
 \*  
 \* STASJON: KV1 GRUBEKKEN NEDENFOR VELTER  
 \*  
 \* DATO: 24 FEB 82  
 \*  
 \*=====  
 =====

DATO/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
800924	3.77	182.			70.4		6.00	5.15	1.38	0.24	8.3
801014	4.01	122.			43.2		4.90	0.68	0.89	0.12	27.0
801029	3.46	262.			74.4	1.00	7.09	1.20	1.70	0.21	8.5
810403	3.31	388.	8.57	6.68	152.		12.7	3.25	3.66	0.49	2.6
810602	3.41	234.			54.0	0.05	8.80	1.10	1.39	0.17	30.0
810629	3.14	232.	5.00	0.59	89.0	1.70	7.61	2.20	1.93	0.24	6.5
810725	3.88	130.	4.60	1.85	44.4	0.60	3.46	0.70	0.87	0.12	18.5
810830	3.64	202.			67.4		7.17		1.28	0.17	8.4
810831	3.65	168.			58.8		7.15	1.00	1.26	0.15	
810909	3.31	343.			120.		9.31	1.45	1.96	0.27	6.5
810920	3.33	350.			160.		13.8		2.50	0.35	4.3
811011	3.47	268.			81.2		9.02	1.40	1.73	0.22	10.0
811029	3.45	294.			97.2		8.09		2.02	0.33	3.0

=====  
 =====

ANTALL	:	13	3	3	13	4	13	10	13	13	12
MINSTE	:	3.14	4.60	0.590	43.2	0.050	3.46	0.680	0.870	0.120	2.60
STØRSTE	:	4.01	8.57	6.68	160.	1.70	13.8	5.15	3.66	0.490	30.0
BREDD	:	0.870	3.97	6.09	117.	1.65	10.3	4.47	2.79	0.370	27.4
GJ.SNITT	:	3.53	6.06	3.04	85.5	0.838	8.08	1.81	1.74	0.237	11.1
SID.AVVIK	:	0.251	2.19	3.21	37.9	0.694	2.82	1.40	0.742	0.105	9.12

=====  
 =====

```

=====
NIVA *
* TABELL NR.: 22
SEK1ND *
* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
=====
PROSJEK1: *
* STASJON: KV2 BERSTJERNBEKK NEDENFØR VELTER
DATO: 24 FEB 82 *
=====

```

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
800924	4.40	101.			42.0		2.61	1.20	0.70	0.16	17.0
801014	4.75	70.6			29.2		1.81	0.64	0.44	0.09	24.0
801029	4.77	84.5			33.0	0.90	1.62	1.35	0.38	0.17	16.0
810403	3.92	202.	15.9	4.07	82.4		4.24	1.40	1.41	0.28	5.1
810629	3.75	176.	9.19	3.03	74.0	0.50	2.69	1.40	1.66	0.33	13.0
810725	4.09	132.	10.0	2.36	50.8	0.30	2.19	1.30	0.98	0.23	16.8
810830	4.00	132.			47.6		3.30		0.86	0.20	14.7
810831	4.78	65.1			26.8		2.03	0.90	0.37	0.15	
810909	3.59	243.			81.0		3.65	1.65	1.35	0.30	8.7
810920	3.49	307.			150.		4.32		2.14	0.43	2.7
811021	4.23	104.			39.2		2.10	1.10	0.67	0.21	
811029	3.59	247.			90.0		4.74		1.74	0.38	4.0

```

=====
ANTALL : 12
MINSTE : 3.49
STØRSTE : 4.78
BREDDA : 1.29
GJ.SNITT : 4.11
SID.AVVIK : 0.476

```

ANTALL	MINSTE	STØRSTE	BREDDA	GJ.SNITT	SID.AVVIK
12	3.49	4.78	1.29	4.11	0.476
3	9.19	15.9	6.71	11.7	3.66
3	2.36	4.07	1.71	3.15	0.862
12	26.8	150.	123.	62.2	35.5
3	0.300	0.900	0.600	0.567	0.306
12	1.62	4.74	3.12	2.94	1.08
9	0.640	1.65	1.01	1.22	0.301
12	0.370	2.14	1.77	1.06	0.591
12	0.090	0.430	0.340	0.244	0.101
10	2.70	24.0	21.3	12.2	6.87

```

=====

```

```

=====
NIVA *
* TABELL NR.: 23
*
* SEKIND
* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*
* PROSJEKT:
* STASJON: KV3 GRUVEBEKK FØR SAMLØP STORBEKKEN
*
* DATO: 24 FEB 82
*
=====

```

DATO/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L
800908	4.01	112.			42.6		3.50	0.80	0.91	0.153
810403	3.55	298.	14.0	5.09	106.		7.01	2.00	2.31	0.360
810629	3.60	202.	6.78	3.03	79.0	0.85	4.50	1.55	1.76	0.270
810725	3.94	131.	5.80	2.02	46.4	0.30	2.64	1.30	0.93	0.170
810830	3.79	166.			54.8		4.17		1.07	0.190
810831	4.07	114.			45.0		2.93	1.10	0.76	0.200
810909	3.43	300.			90.0		5.67	1.75	1.61	0.290
810920	3.38	338.			150.		9.47		2.36	0.380
811011	3.60	219.			68.2		5.49	1.35	1.40	0.240
811029	3.57	256.			91.2		5.82		1.86	0.340

```

=====
ANVALL : 10
MINSTE : 3.38
STØRSTE : 4.07
BREDDE : 0.690
GJ.SNITT : 3.69
SID.AVVIK : 0.243
=====
ANVALL : 10
MINSTE : 3.38
STØRSTE : 4.07
BREDDE : 0.690
GJ.SNITT : 3.69
SID.AVVIK : 0.243
=====

```

```

=====
NIVA *
*
*   TABELL NR.: 24
*
*   SEKIND
*   =====
*   KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*   PROSJEKT:
*   *
*   *   STASJON: KV4 GRUBEKKEN VED VEIBRU
*   *
*   *   DATO: 5 MAR 82
*   *
=====

```

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	SO4 MG/L	FE MIK/L	CD MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L
800908	6.96	27.0	5.60	690.	1.50	43.0	9.00
801014	6.42	24.1	5.50	480.	0.620	31.5	10.0

```

=====
NIVA *
*
*   TABELL NR.: 25
*
*   SEKIND
*   =====
*   KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*   PROSJEKT:
*   *
*   *   STASJON: KV5 STORBESKEN NEDENFOR NEDRE VELTER
*   *
*   *   DATO: 24 FEB 82
*   *
=====

```

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	SO4 MG/L	FE MIK/L	CD MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L
800908	5.17	49.0	21.2	1160.	0.45	394.	64.



```

=====
NIVA *
*
* TABELL NR.: 28
*
SEKJND *
*
*====*
* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*
PROSJEKT: *
*
* STASJON: KV8 BERSTJERNSEKK FØR TILLØP AV GRUVEVANN
*
*
*====*

```

```

DATO/OBS.NR. PH KOND SO4 FE CD CU ZN
MIS/CM MG/L MIK/L MIK/L MIK/L
800908 6.64 27.7 6.90 770. 0.40 82.0 23.
=====

```

```

=====
NIVA *
*
*   TABELL NR.: 29
*
*   SEKIND
*   =====
*   KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*   =====
PROSJEKT:
*
*   STASJON: KV9 BERSTJERNSBEKK VED BRU VED GRUVETUN
*   =====
DATO: 5 MAR 82
=====

```

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MIK/L	CD MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L
800908	6.66	23.5			3.50		700.	0.220	12.0	14.0
800924	6.74	29.0			5.10		610.	1.05	10.5	30.0
801014	6.54	27.1			4.90		450.	0.080	6.80	10.0
801029	6.59	31.0			5.70		510.	0.130	3.80	10.0
810403	6.53	42.5	5.18	0.930	7.00		670.	0.950	7.30	20.0
810602	6.36	18.1			3.90	0.050	430.	0.270	7.30	20.0

```

=====
ANTALL : : 6
MINSTE : : 6.36
STØRSTE : : 6.74
BREDE : : 0.380
GJ.SNITT : : 6.57
STD.AVVIK : : 0.130
=====

```

ANTALL	MINSTE	STØRSTE	BREDE	GJ.SNITT	STD.AVVIK
6	6.36	6.74	0.380	6.57	0.130
6	18.1	42.5	24.4	28.5	8.22
6	5.18	5.18	0.000	5.18	
6	0.930	0.930	0.000	0.930	
6	3.50	7.00	3.50	5.02	1.26
6	0.050	0.050	0.000	0.050	115.
6	0.080	1.05	0.970	0.450	0.432
6	3.80	12.0	8.20	7.95	2.91
6	10.0	30.0	20.0	17.3	7.66

```

=====

```

\* NIVA  
 \* TABELL NR.: 30  
 \*  
 \* SEKJEND  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \* PROSJEKT:  
 \* STASJON: 6 YA  
 \*  
 \* DATO: 24 FEB 82  
 \*

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	TURB FTU	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	FE MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L	CD MIK/L	PB MIK/L
800922	7.32	43.7	0.19	6.04	0.80	5.8	80.	13.5	20.0	3.10	1.50
801028	7.46	58.3	0.26	7.88	1.10	7.2	80.	21.5	5.0	0.08	0.60
801125	7.50	61.6	0.40	9.70	1.25	7.3	80.	22.5	10.0	0.09	0.75
801222	7.21	63.6	0.75	8.50	1.45	8.1	110.	25.5	10.0	0.52	1.15
810128	7.40	63.6	0.64	6.30	1.35	8.1	40.	25.0	5.0	0.07	0.60
810303	7.67	74.3	0.62	11.1	1.50	9.0	60.	27.0	10.0	0.13	0.80
810402	7.47	71.8	0.53	14.9	1.60	10.0	70.	33.0	10.0	0.41	1.40
810424	7.41	65.9	0.77	8.43	1.21	8.5	200.	51.5	10.0	0.36	0.85
810528	7.07	19.2	1.60	2.42	0.36	2.6	150.	13.5	10.0	0.42	1.70
810627	7.14	29.3	0.42	4.03	0.56	3.3	70.	15.0	40.0	0.63	0.95
810721	7.07	37.1	0.60	5.76	0.78	3.8	130.	8.6	5.0	0.05	0.05
810829	7.54	45.9	0.35	7.01	0.89	5.3	80.	12.0	5.0	0.24	1.05
811002	7.51	50.0	0.54	6.77	1.02	6.1	120.	14.0	10.0	0.81	1.60
811101	7.57	73.2	0.50	10.7	1.56	7.6	80.	20.0	5.0	0.19	0.80
811215	7.62	69.1	0.47	9.40	1.37	8.1	50.	20.0	20.0	0.05	0.25

ANVALL	: 15	15	15	15	15	15	15	15	14	15	15
MINSTE	: 7.07	19.2	0.190	2.42	0.360	2.60	40.0	8.60	5.00	0.050	0.050
STØRSTE	: 7.67	74.3	1.60	14.9	1.60	10.0	200.	51.5	40.0	3.10	1.70
BREDD	: 0.600	55.1	1.41	12.5	1.24	7.40	160.	42.9	35.0	3.05	1.65
GJ.SNITT	: 7.40	55.1	0.576	7.93	1.12	6.72	93.3	21.5	11.8	0.477	0.937
STD.AVIK	: 0.194	16.9	0.327	3.06	0.377	2.18	42.0	10.6	9.53	0.762	0.476



```

=====
NIVA *
SEKIND *
PROSJEKT: *
DATO: 19 MAR 82 *
=====
TABELL NR.: 31
MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
STASJON: KV1 GRUBEKKEK NEDENFOR VELTER
=====

```

DATO/OBS.NR.	FE KG/D	CU KG/D	ZN KG/D	CD G/D	SO4 KG/D
800924	4.30	0.990	0.172	3.69	50.5
801014	11.4	2.08	0.280	1.59	101.
801029	5.21	1.25	0.154	0.881	54.6
810403	2.85	0.822	0.110	0.730	34.1
810602	22.8	3.60	0.441	2.85	140.
810629	4.27	1.08	0.135	1.24	50.0
810725	5.53	1.39	0.192	1.12	71.0
810830	5.20	0.929	0.123		48.9
810909	5.23	1.10	0.152	0.814	67.4
810920	5.13	0.929	0.130		59.4
811011	7.79	1.49	0.190	1.21	70.2
811029	2.10	0.524	0.086		25.2

```

=====

```

ANTALL	:	12	12	12	9	12
MINSTE	:	2.10	0.524	0.086	0.730	25.2
STØRSTE	:	22.8	3.60	0.441	3.69	140.
BREDDE	:	20.7	3.08	0.355	2.96	115.
GJ.SNITT	:	6.82	1.35	0.180	1.57	64.3
STD.AVVIK	:	5.57	0.810	0.096	1.02	30.6

```

=====

```

```

=====
NIVA          *
              *
              *   TABELL NR.: 32
SEKIND        *
              *
===== *
PROSJEKT:     *   MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
              *
              *   STASJON: KV2 BERSTJERNBEKK NEDENFOR VELTER
DATO: 19 MAR 82 *
=====

```

DATO/OBS.NR.	FE KG/D	CU KG/D	ZN KG/D	CD G/D	SO4 KG/D
800924	3.83	1.03	0.235	1.76	61.7
801014	3.75	0.912	0.187	1.33	60.5
801029	2.24	0.525	0.235	1.87	45.6
810403	1.87	0.621	0.123	0.617	36.3
810629	3.02	1.86	0.371	1.57	83.1
810725	3.18	1.42	0.334	1.89	73.7
810830	4.19	1.09	0.254		60.5
810909	2.74	1.01	0.226	1.24	60.9
810920	1.01	0.499	0.100		35.0
811029	1.64	0.601	0.131		31.1

```

=====
ANTALL       :   10      10      10      7      10
MINSTE      :   1.01    0.499  0.100  0.617  31.1
STØRSTE     :   4.19    1.86   0.371  1.89   83.1
BREDDE      :   3.18    1.37   0.270  1.27   52.0
GJ.SNITT    :   2.75    0.958  0.220  1.47   54.8
STD.AVVIK   :   1.04    0.435  0.088  0.452  17.3
=====

```